

Г. О. АНИЩЕНКО канд. техн. наук; НТУ ХПІ

О. К. МОРАЧКОВСЬКИЙ д-р. техн. наук; зав. кафедри НТУ ХПІ.

НЕАРХІМЕДОВЕ ЧИСЛЕННЯ В. Л. РВАЧОВА - НОВІ МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ Й ПІЗНАННЯ ВСЕСВІТУ

Надано історично-гносеологічний погляд на формування наукових ідей в фізиці й математиці щодо простору-часу та Всесвіту. Розглянуто неархімедове числення, яке запропоновано харківським вченим В. Л. Рвачовим, та ті нові можливості, що відкриває його неархімедове числення для сучасної фізики й пізнання Всесвіту.

The historically-gnosiological review of scientific ideas in physics and mathematics for representations of spaces, time and the Universe are presented. The non-archimedean calculation which is offered by Kharkov scientist V. L. Rvachev, and those new opportunities which open non-archimedean V. L. Rvachova's calculation for modern physics and knowledge of the Universe are discussed.

Природа простору й часу. У сучасній науці уявлення про простір і час базуються на нові математичних символів – символічних відображень реального світу природи. Історично сформувалися різні концептуальні простори, наприклад, конфігураційний простір механіки Лагранжа, фазовий простір аналітичної механіки в гамільтоновій формі, простір Мінковського, багатомірний простір імпульсів, нескінченномірний простір Гілберта, твісторний простір, уявлення геометрії простору-часу мовою 2-спінорного формалізму, суперпростір геометродинаміки й інші. Абстрактно-символічні простори відбивають реально-об'єктивні просторові й тимчасові відносини та слугують засобом досягнення істини. На них засновані сучасні дослідження в математичній і теоретичній фізиці, астрономії, релятивістській астрофізиці й інших галузях науки [1-5].

Наукова концепція походження нашого Всесвіту сходить до робіт російського фізика й математика О. О. Фрідмана, який теоретично встановив можливість існування Всесвіту, що розширюється. На початку минулого століття це пророкування було підтверджено спостереженнями американського астронома Е. Хабла, що займався дослідженням спектрів далеких галактик. За даними розрахунків космологів близько 15-20 млрд. років тому космічна матерія була сконцентрована в надзвичайно малому об'ємі порядку планковських відстаней (біля 10^{-33} см) із щільністю 10^{93} г/см³ при температурі 10^{31} К. Колись Всесвіт мав перебувати в стислому стані, а сучасний Всесвіт виник завдяки гігантському вибуху.

Передбачається, що спочатку Всесвіт перебував у стані так званого збудженого вакууму. У квантовому вакуумі існування космічного відштовхування викликає його розширення, коли всі відстані зростають за експонентним законом і займаний ним об'єм простору подвоюється кожні

10^{-34} секунди. Процес подвоєння триває в геометричній прогресії й всі частки Всесвіту розлітаються як при вибуху. Така суть теорії Великого вибуху досить вдало пояснює властивості великомасштабної структури Всесвіту, що відкриті за допомогою сучасних методів оптичної, рентгенівської, радіо- й інфрачервоної астрономії. Тип такого розширення називається інфляцією. Однак фаза інфляції не може тривати нескінченно, тому що в збудженій квантовій системі – Всесвіті, що народжується, вакуум нестійкий та прагне до розпаду, що приводить до припинення інфляції й уповільнення розширення Всесвіту. У фазі інфляції область простору Всесвіту збільшилася від мільярдної частки розміру протона до декількох сантиметрів, і при завершенні фази інфляції Всесвіт став порожнім і холодним. Таким чином теорія інфляції завдяки дії відштовхування у квантовому вакуумі пояснює мимовільний Великий вибух порожнього простору. Наприкінці фази інфляції звільняється величезна енергія вакууму й Всесвіт раптово стає «гарячим» до 10^{27} К. З цього моменту еволюція Всесвіту описується стандартною теорією «гарячого» Великого вибуху. Відповідно до теорій Великого Об'єднання й Суперсиметрії у Всесвіті діє єдина суперсила, що являє собою єдність гравітаційної, електромагнітної, слабкої й сильної взаємодій, а простір-час нашого Всесвіту є одинадцятимірним.

Питання про існування у Всесвіті джерела енергії, що необхідна для утворення речовини й випромінювання, залишається відкритим. Прихильники теорії Великого вибуху відповідають на це питання, виходячи з того, що повна енергія нашого Всесвіту дорівнює нулю, а гігантська енергія виникла в процесі Великого вибуху з «нічого» у перші 10^{-32} с, при дотриманні закону збереження енергії. Досить висока температура в момент 10^{-12} с сприяла народженню всіх відомих частинок і античастинок у рівній кількості, але тому що в процесі розширення й охолодження Всесвіту відбулася їх анігіляція, то завдяки незначному порушенню просторово-зарядової симетрії виникла перевага електронів і протонів (біля однієї частинки на кожний мільярд). У підсумку з них утворилися галактики, зірки, планети, живий світ, у тому числі й людина. На стадії інфляції теплової енергії речовини, що з'явилася, повністю компенсується негативною гравітаційною енергією мас, що утворилися.

Однак не всі вчені дотримуються теорії Великого вибуху й приводять експериментальні свідчення, емпіричні дані й теоретичні аргументи проти неї. Перевірку космології Великого вибуху здійснив В. С. Троїцький [6,7], який на основі отриманих результатів прийшов до висновку про те, що статистична однорідність характеристик галактик у просторі Всесвіту свідчить про значний його вік. Цей вік принаймні на порядок перевищує вік галактик, що оцінюється в 15-20 млрд. років. Інтерпретація червоного зсуву як гравітаційного дозволяє одержати густину речовини в нашому Всесвіті приблизно 10^{-28} г/см³, що в 50-100 разів більше існуючих оцінок. Це можна

пояснити існуванням 98-99% маси речовини в прихованому стані. Теоретична залежність червоного зсуву від відстані, що заснована в стандартній космології на гіпотезі розширення простору Всесвіту, не відповідає експериментально обмірюваній залежності. Зоряна природа мікрохвильового фону знаходить підкріплення у спостереженнях фону, що може бути аргументом на користь стаціонарної моделі Всесвіту.

Дані новітньої геології вказують на сильне зменшення «канонічного» віку Землі - 4,6 млрд. років і Всесвіту, що розширюється, - 15-20 млрд. років. Вік слюдяно-сульфідного цементу конгломератів Українського щита уран-свинцевим методом оцінений в 6 млрд. років. Вік кернів мармурів із глибини 5660м Кольської надглибокої шпари оцінений калій-аргоновим методом в 13 млрд. років. Нові виміри ізотопного віку метеоритів, що виникли одночасно із зародженням нашої планети, надали цифри в 11,59; 23,94 і 25,83 млрд. років. Всі ці дані вказують на неспроможність гіпотези Великого вибуху й Всесвіту, що розширюється.

Уявлення про час, як математично безперервної змінної величини з характерними для неї поняттями межі, позитивними й від'ємними нескінченно малими й нескінченно великими значеннями, походить від Архімеда й відбиває стару традицію редукції часу до звичайної евклідової прямої, що виключає час з аналізу. Ця традиція вимагає розглядати час тільки як аналог евклідової прямої, тому що реальний час ізоморфно зображується розташуванням крапок на евклідовій прямій.

У сучасній геометрії й аналізі розвинуті нові підходи щодо прямої й безперервності, визначальною ознакою яких, навіть у рамках лінійної впорядкованості, є саме неархімедовість. Це стосується непорівнянності й актуально нескінченно малих і великих елементів. У сучасній науці, поряд з геометричними моделями часу й простору цілої розмірності, досить плідно використовують негеометричні, нелінійні концепції неархімедового часу й простору дробової розмірності. Негеометричний образ часу, зокрема, комп'ютерні моделі часу — це приклади неархімедового часу, а за фрактальним підходом до світу простори дробової розмірності описуються фракталами.

На основі теорії частково впорядкованих множин, що запропонована вченими-математиками М. Лузіним, А. Колмогоровим і А. Александровим, відкривається можливість досить широкого перегляду наших уявлень про час. Концепція неархімедового часу дозволяє описувати частково впорядковану множину, яким є світ природи з його різноманітністю нелінійних структур. Додамо, що неархімедовий час містить у собі компоненти лінійного, циклічного, розгалуженого, спірального й коливального часу, що дає можливість відобразити порядок і хаос в еволюції природи й розвитку суспільства. Концепція неархімедового часу адекватна сучасній стохастичній нелінійній картині миру й фрактальному характеру систем, що

існують у нашому Всесвіті на всіх рівнях масштабів об'єктів, структур, систем дробової розмірності.

Із сучасними науковими уявленнями незворотно змінилася астрономічна картина миру - Всесвіт став фрактальним. Однак дослідники перебувають тільки на початку вивчення фрактального характеру навколишнього світу методами математичного аналізу, використання «фрактального числення» й виявлення фізичного змісту «просторів дробової розмірності».

Неархімедове числення В. Л. Рвачова. Володимир Логвінович Рвачов (1925–2005) - академік НАН України, професор, доктор фізико-математичних наук – видатний науковець в області математики, механіки й кібернетики, творець теорії R-Функцій і атомарних функцій, неархімедового числення й комп'ютерних систем аналітичних обчислень. В. Л. Рвачов - почесний доктор НТУ” ХП”, Харківського технічного університету радіоелектроніки, Вісконсінського університету (Мадисон, США), заслужений діяч і лауреат Державної премії України в галузі науки й техніки. У Харкові з 1963 р. – завідувач кафедру обчислювальної математики в Харківському інституті гірського машинобудування, автоматики й обчислювальної техніки, ректор Харківського інституту радіоелектроніки. З 1967 р. - керував відділом прикладної математики й обчислювальних методів в Інституті Проблем машинобудування НАН України й, одночасно, з 1969 р. по 1971 р. – завідував кафедру теоретичної й математичної фізики в НТУ «ХП». В 1972р. – він обраний членом-кореспондентом, а в 1978 р. - дійсним членом НАН України [8].

У сучасному науковому пізнанні найбільш складних проблем переважають різноманітні математичні методи й числення. Це пояснюється тим, що на відміну від інших наукових дисциплін математика вивчає й уніфікує відносини між абстрактними об'єктами. Математика – це універсальна абстрактно-символічна система, за допомогою якої вчені досліджують феномени природи. Специфіка й границі застосовності математичних символів обумовлені природою математичних абстракцій, що дозволяє людині збагачувати й поглиблювати свої уявлення про об'єктивний світ, будувати більш адекватні цілям діяльності суб'єкта символічні мови, які у всіх сферах людської свідомості слугують інструментом. Математика для науки служить мовою, та з античності до наших днів залишаються актуальними проблеми існування однієї або декількох математик, а також співвідношення математики й реальності. Питання полягає в тім, як сполучити множину математик, як мов, з єдиним зовнішнім миром, що досліджується. На сучасному етапі розвитку фізики й математики ідеї, що відносяться до різних областей, взаємодіють та приводять до несподіваних результатів. Відомі алгебри фон Неймана, що з'явилися завдяки існуванню теорії, побудованої на основі математичного апарата квантової фізики. Алгебри фон Неймана можливо використовувати в просторах з розмірністю

цілих позитивних і дійсних чисел, ірраціональної й дробової розмірності.

У теперішній час значну роль у сучасній фізиці відводять топології, що грає таку ж роль, як класична диференціальна геометрія в загальній теорії відносності або теорія груп і гільбертових просторів – у квантовій механіці. У квантовій теорії поля топологія є основою єдиної теорії поля, що включає всі типи взаємодій. Це вимагає розгляду розшарованих просторів високої розмірності з різноманітними каліброваними групами симетрій. Досить перспективною топологічною конструкцією представляється теорія струн і її узагальнення – теорія мембран, завдяки яким елементарні частки з'являються як протяжні об'єкти порядку планковських розмірів.

В 1989 р. В. Л. Рвачов запропонував нове неархімедове числення, у якому сформульована для відрізків аксіома Архімеда, на якій базується весь класичний математичний апарат, була змінена аксіомою про існування найбільшого числа. Тому, що аксіома Архімеда виходить із існування числа, яке більш будь-якого наперед заданого, вона спричиняє математичну нескінченність, що не має фізичного аналога.

Класичне числення, засноване на аксіомі Архімеда, застосовується протягом багатьох століть і його використовують багато фізичних теорій. Архімедовою аксіомою називають твердження про те, що для будь-якого цілого числа завжди можна одержати інше більш ціле число. Як наслідок – послідовність природних цілих чисел $1, 2, \dots, \infty$ необмежена. Можна надати безліч прикладів «нефізичності» класичної операції додавання для змішування газів і рідин: 1 літр спирту плюс 1 літр води дорівнює 1,8 літру спиртового розчину; змішування двох однакових об'ємів води температурою 40 градусів і 50 градусів аж ніяк не дасть сумарну температуру в 90 градусів. Додавання швидкостей двох тіл, що рухаються, у спеціальній теорії відносності, «дефект мас» у ядерній фізиці, коли сума мас вільних нуклонів менше маси утвореного з них атомного ядра, також суперечить аксіомі Архімеда.

У теорії з обмеженими значеннями фізичних параметрів повинні використовуватися математичні методи, які базуються на принципі "найбільшого числа". У роботах В. Л. Рвачова [9-16] показано, що класичне числення – це одне з нескінченної множини рівноправних ізоморфних числень, для яких вигляд базових операцій – додавання й віднімання, множення й ділення – залежить від вибору математичного вираження для аксіоми числення Архімеда. Для утворення обмеженої послідовності нових цілих чисел запропонована неархімедова алгебра, що складається із чотирьох основних дій – додавання й віднімання, множення й ділення. У ній автор, використовуючи теорему додавання швидкостей у спеціальній теорії відносності, побудував, зокрема, арифметичні операції, які відповідають припущенню про існування деякого кінцевого числа – C , більше якого чисел

немає. Вже перший аналіз моделі приводить до переконання, що в цьому випадку запропонована конкретна математична модель числового ряду, що має у якості граничного числа онтологічний образ актуальної нескінченності – реалізацію гегелівської "кінцевої нескінченності". Це, у свою чергу, дозволяє сподіватися на істотне просування в рішенні проблем (парадоксів) канторовської теорії множин, що пов'язані з поняттям актуальної нескінченності.

Справедливість використання класичного числення в описі фізичної моделі Всесвіту вперше була піддана сумніву Рашевським [17]. Модель неархімедової арифметики, запропонована В. Л. Рвачовим, є першою конструктивною для природознавства реалізацією зняття догматичного покривала із класичного натурального рядка. Суть ініційованого П. К. Рашевським підходу, якій уперше був реалізований в роботах В. Л. Рвачова, зводиться до введення в аксіоматику арифметики актуальної (кінцевої) нескінченності. Важливе й те, що В. Л. Рвачовим надано новий імпульс до пошуку адекватного опису реальності не тільки в області нескінченно великого, але й вказаний конкретний шлях до побудови онтологічної моделі актуального (кінцевого) нуля в області нескінченно малих величин. Реалізація моделі актуального нуля дозволить підійти до філософсько-методологічного й конкретно-фізичного аналізу нової дискретно безперервної моделі простору.

Фактично, В. Л. Рвачов запропонував внутрішньо послідовні, математичні методи, що базуються на некласичних моделях із природного ряду чисел, які можуть виявитися більш корисними в описі фізичної моделі Всесвіту. Ситуація трохи подібна до положення Євклідової геометрії у відношенні неєвклідових конфігурацій. До кінця 18-го сторіччя Євклідова геометрія розглядалася як єдина можлива геометрія, що повинна використовуватися в описі природних процесів. Однак, дуже швидко заміна внутрішньо послідовних, неєвклідових конфігурацій була запропонована Лобачевським, Булем і Ріманом. Після появи теорії загальної відносності стало зрозумілим, що неєвклідові конфігурації якнайбільше підходять для опису фізичних явищ у великому масштабі.

Іншими словами, класична арифметика не відповідає деяким дослідним даним, і тому зараз розробляється неархімедова математика як узагальнення й розвиток класичної математики, що дозволяє нетрадиційно інтерпретувати проблеми взаємозв'язку маси, енергії, швидкості й деякі дослідні факти. У новому світлі з'являється гіпотеза походження Всесвіту, тому що до далеких галактик і інших об'єктів далекого космосу неправомірно підходити з «архімедовою міркою», що розроблена в умовах нашої Галактики.

Неархімедове числення доводить, що «Всесвіт не розширюється», що «Всесвіт існував завжди та мав з точністю до розташування й стану своїх об'єктів приблизно такий вигляд, який має зараз». В. Л. Рвачовим були розпочаті роботи з додатків, щодо запропонованого їм неархімедового числення у фізиці далекого космосу, й зроблені висновки про те, що зсув спектрів нерухоливих об'єктів у червону сторону не є наслідком розширення Всесвіту [18]. Ці висновки добре узгоджуються з експериментальними даними, що отримані В. С. Троїцьким [6,7].

Нові ідеї В. Л. Рвачова одержали широке поширення в науковому світі. Цікава історія спільної публікації В. Л. Рвачова з ученим-фізиком К. Авінаш із Індії в американському журналі "Foundations of physics" в 2000р [16]. Автори підготували цю публікацію спілкуючись через Інтернет, так і не зустрівшись один з одним.

Список літератури: 1. *Поликарпов В. С.* Современные проблемы науки. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2003. – 368 с. 2. *Медведев Ф. А.* Лузин о неархимедовом времени // Историко-математические исследования. М., 1993. Вып. 34. – 108 с. 3. *Анисов А. М.* Время и компьютер. Негеометрический образ времени. М., 1991. – 152 с. 4. *Пайтген Х. О., Рихтер П. Х.* Красота фракталов. М.: Мир, 1993. – 176 с. 5. *Сандер Л. М.* Фрактальный рост / В мире науки // Scientific American. – 1987, № 3. - с. 62 – 69. 6. *Троїцкий В. С.* Экспериментальные свидетельства против космологии Большого взрыва // Успехи физических наук. – 1995, т. 165, № 6. - с. 701 – 707. 7. *Троїцкий В. С.* Наблюдательная проверка космологической теории, состояние и перспективы // Успехи современной радиоэлектроники. – 1996, № 4. - с. 31-38. 8. *Морачковский О. К.* Инфиз: очерки истории творчества. - Харьков: Энерго Клуб Украины, 2005.- 372 с. 9. *Рвачев В. Л.* Релятивистский взгляд на развитие конструктивных средств математики / Препринт № 337. – Харьков: Ин-т Пробл. Машиностроения НАН Украины. - 1990.- 44 с. 10. *Рвачев В. Л.* Неархимедова арифметика и другие конструктивные средства математики, основанные на идеях специальной теории относительности // ДАН СССР, т. 316, № 4. - 1991. - С. 267-270. 11. *Рвачев В. Л.* Релятивистское и другие неархимедовы исчисления / Препринт № 356. – Харьков: Ин-т Пробл. Машиностроения НАН Украины. - 1992.- 46 с. 12. *Рвачев В. Л.* Неподвижные объекты дальнего космоса имеют красное смещение своих спектров (вывод из неархимедова исчисления) / Препринт № 377. – Харьков: Ин-т Пробл. Машиностроения НАН Украины. - 1994. - 20 с. 13. *Рвачев В. Л., Еременко С.Ю.* Комбинируемые неархимедовы исчисления и взгляд на теоретическую физику с их позиции / Препринт № 393. – Харьков: Ин-т Пробл. Машиностроения НАН Украины. - 1996. - 38 с. 14. *Еременко С. Ю., Кравченко В. Ф., Рвачев В. Л.* Комбинируемые неархимедовы исчисления и новые модели релятивистской механики / Зарубежная радиоэлектроника.- 1997, № 9. - с.26 - 38. 15. *Рвачев В. Л.* Исчисление для Вселенной (диалог академика с лицеистом) / Зарубежная радиоэлектроника. - 1998, № 3. - С.66-77. 16. *Avinash K., Rvachev V.L.* Non - Archimedean Algebra: Applications to Cosmology and Gravitation / Foundations of Physics. - 2000, vol. 30, N 1. - pp. 139 – 152. 17. *Рашевский П. К.* О догмате натурального ряда / Успехи математических наук. - 1973, т. 28, вып. 4(172) – с. 243-246.

Надійшло до редколегії 24. 01. 08